

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-138669

(43)Date of publication of application : 13.05.2004

(51)Int.Cl.

G02B 27/09

G02B 27/00

G03B 21/00

G03B 21/14

H04N 5/74

(21)Application number : 2002-300815

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 15.10.2002

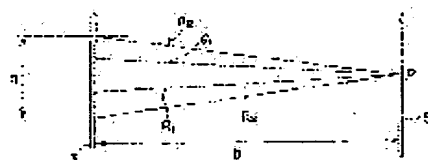
(72)Inventor : SUZUKI HIROAKI  
TAKEGAWA HIROSHI  
NAKAO ISAMU

## (54) ILLUMINATOR AND PICTURE DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain the production of speckle noise without making device constitution larger nor causing the lowering of the utilization efficiency of light by using coherent light as illuminating light.

SOLUTION: Assuming that the beam diameter of the coherent light when it is made incident on a beam shaping element 3 is (a), an optical distance from the element 3 to a surface to be illuminated 5 is (b) and the light distribution angle of luminous flux transmitted through the element 3 is  $\theta_2$ ,  $\tan\theta_2 > (a/2b)$  is satisfied.



BEST AVAILABLE COPY

特開2004-138669

(P2004-138669A)

(43) 公開日 平成18年5月13日 (2004.5.13)

(5) Int. Cl. <sup>7</sup>		FI		ターマコード (参考)	
G02B	27/00	G02B	27/00	E	2K103
G02B	27/00	G03B	21/00	D	5C058
G03B	21/00	G03B	21/14	A	
G03B	21/14	H04N	5/74	Z	
H04N	5/74	G02B	27/00	V	

審査請求 未請求 請求項の数 41 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特開2002-300815 (2002-300815)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成14年10月15日 (2002.10.15)	ソニー株式会社	
		東京都品川区北品川6丁目7番35号	
		(74) 代理人	100067736
		井理士 小池 晃	
		(74) 代理人	100086335
		井理士 田村 榮一	
		(74) 代理人	100096577
		井理士 伊賀 誠司	
		(72) 発明者	鈴木 博明
		東京都品川区北品川6丁目7番35号	ソニー株式会社内
		(72) 発明者	武川 洋
		東京都品川区北品川6丁目7番35号	ソニー株式会社内

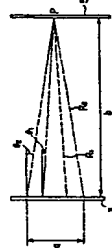
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置及び画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 照明光としてコヒーレント光を用い、装置構成を大型化することなく、光利用効率の低下を招来することなく、スเปックルノイズの発生を抑える。

【解決手段】 コヒーレント光のビーム整形素子3に入射するときのビーム径をa、ビーム整形素子3から被照明面5までの光学的距離をb、ビーム整形素子3を透過した光束の配光角を $\theta$ としたとき、 $\tan \theta > (a/b)$ が満たされている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】

コヒーレント光を出射し、このコヒーレント光によって被照明面を照明するコヒーレント光源手段と、上記コヒーレント光源手段と上記被照明面との間の上記コヒーレント光の光路上に配設され、該コヒーレント光源手段から入射するコヒーレント光の強度分布を変化させて所定の強度分布に配光して出射させるビーム整形素子と、  
上記ビーム整形素子を振動させる加振手段と

10

【請求項13】

ビーム整形素子は、上記コヒーレント光の光路上の任意の点の近傍に配置されており、この点は、この点における該コヒーレント光の断面径がこのコヒーレント光の光軸上の前後位置における該コヒーレント光の断面径より小さくなっている点であることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項14】

コヒーレント光を出射し、このコヒーレント光によって被照明面を照明するコヒーレント光源手段と、  
上記コヒーレント光源手段と上記被照明面との間の上記コヒーレント光の光路上に配設され、該コヒーレント光源手段から入射するコヒーレント光の強度分布を変化させて所定の強度分布に配光して出射させるビーム整形素子と、  
上記ビーム整形素子を振動させる加振手段と、  
上記ビーム整形素子と上記被照明面との間に配置された少なくとも一対のレンズと

20

【請求項15】

上記加振手段は、合成樹脂材料を主原料として形成されていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

30

【請求項5】

上記コヒーレント光源手段は、振動受けられていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項6】

上記加振手段は、圧電素子を有し、この圧電素子によって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項7】

上記加振手段は、ボイスコイルを有し、このボイスコイルによって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項8】

上記加振手段は、超音波モータを有し、この超音波モータによって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項9】

上記被照明面として、空間光変調素子を照明することを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項10】

【請求項16】

50

2

上記ビーム整形素子は、配光角に異方性を有していることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項11】

上記ビーム整形素子は、断面形状が開口形状の入射光を、断面形状が円形状の光束として出射させることを特徴とする請求項10記載の照明装置。

【請求項12】

上記ビーム整形素子は、断面形状が開口形状の入射光を、断面形状が四角形状の光束として出射させることを特徴とする請求項10記載の照明装置。

上記加振手段による上記ビーム整形素子の振動の周波数が30Hz以上であることを特徴とする請求項14記載の照明装置。





ことができる。

【0035】  
なお、ここで配光角 $\theta$ とは、ビーム整形素子3を通過した光束の強度分布の角度依存性において、ビーム強度が最大値の $1/2$ になる出射角（ビーム整形素子3の主面に垂直な軸に対する角度）のことを言う。

【0036】

例えば、図2に示す特性においては、角度 $\theta_0$ が配光角を示しており、図3に示す特性においては、角度 $\theta_0$ が配光角を示している。このとき、強度分布に異質性がある場合には、ビーム強度が最大値の $1/2$ になる角度のうち、もっとも大きな角度を配光角とすることとする。

また、光束径とは、ビーム整形素子3に入射した光束において、強度が最大値になる点を含み、かつ、強度が最大値の $1/2$ になる2点間を結ぶ直線の長さのことを指すこととする。

【0037】

上述のようなビーム整形素子3と被照面となる空間光変調素子5との間における光束の状態を概念的に示すと、図4に示すように、空間光変調素子5の中心点Pに對し、ビーム整形素子3の広い範囲から光束が到達している。ビーム整形素子3を通過し、点Pに至つてこの点Pを照明する光束を考えると、ビーム整形素子3の配光角 $\theta$ が狭く $\theta_1$ のときには、ビーム整形素子3の中心付近を通過した光束R<sub>1</sub>のみが点Pの照明に寄与し、一方、ビーム整形素子3の配光角 $\theta$ が広く $\theta_2$ のときには、光束R<sub>1</sub>よりもビーム整形素子3の広い範囲を通過した光束R<sub>2</sub>が点Pの照明に寄与することになる。

【0038】

ここで、光束R<sub>2</sub>では、ビーム整形素子3に入射した光束のすべてが点Pに寄与するように配光角 $\theta_2$ を選んでいる。

【0039】

また、光束R<sub>1</sub>は、ビーム整形素子3の配光角を $\theta$ とし、上述の配光角 $\theta_2$ よりも小さく（ $\theta_1 < \theta_2$ ）したものであり、この場合、ビーム整形素子3に入射した光束（光束径a）のうち、一部分のみが点Pに寄与することになる。

【0040】

すなわち、この照明系において、ビーム整形素子3の配光角 $\theta$ が狭い配光角 $\theta_1$ の場合と、広い配光角 $\theta_2$ の場合とでは、広い配光角 $\theta_2$ の場合の方が、ビーム整形素子3上のより大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まり、平均化される。そのため、特に、ビーム整形素子3を微小振動させたときのスペckルノイズの低減効果は、ビーム整形素子3の配光角 $\theta$ が広い場合のほうが大きい。しかし、ビーム整形素子3の配光角を上述の広い配光角 $\theta_2$ よりもさらに大きくした場合には、スペckルノイズの低減効果の向上はそれほど望めない。

【0041】

【0046】

そして、ビーム整形素子3の振動周波数は、30Hz以上が望ましい。振動周波数がこの値以下だと、スペckルノイズが被照面上で動き回るのが抑制されてしまうため、スペckルノイズの低減効果は小さくなってしまふ。

【0047】

また、ビーム整形素子3の振動振幅は、小さすぎると、スペckルノイズの低減効果が小さくなってしまい、逆に、大き過ぎると、騒音の発生原因や、機械的信頼性の低下を引き起こしてしまう。この点に関しては、本件発明者による実験結果によると、100 $\mu$ m以上400 $\mu$ m以下が望ましい。

【0048】

そして、圧電素子、ポイスコイル、または、超音波モータ等の振動素子を用いてビーム整形素子3を振動させる場合、ビーム整形素子3の共振周波数（固有振動数）を30Hz程度に設定することにより、少ない消費電力で振動させることができる。この場合、比較的比重の大きいガラス等からなるビーム整形素子3を用いた場合には、上述の共振条件を満たすように振動系を設計した場合には、質量の大きさに応じて振動系のばね定数大きくしなければ、共振周波数を30Hz程度とすることが選成できず、そのために振動音の増加や、機械的信頼性の低下が引き起こされる可能性が増加する。

【0049】

したがって、ビーム整形素子3をなす材料としては、比較的比重の小さい材料、例えば、ポリカーボネイト、ポリエステル等の合成樹脂材料を用いることが好ましい。

【0050】

さらに、光源となる半導体レーザとしては、コヒーレンシの低いマルチモード共振のものがあり、しかし、単一波長の光源を必要とする照明装置、例えば、色収差の許容量が極めて小さい光学系を用いる場合などにおいては、この限りではない。

【0051】

また、図1に示した構成では、単一の半導体レーザを用いているが、複数の半導体レーザを並列的に用いたほうが、照明装置全体でのスペckルノイズの低減効果を大きくすることができると。

【0052】

以上のような条件を満たした光学系を利用することによって、スペckルノイズのない、もしくはスペckルノイズの非常に少ない照明装置を実現することができる。

【0053】

そして、本発明に係る画像表示装置は、いわゆるフロンプロジェクタとして構成され、結像手段となる図示しない投影レンズによって、空間光変調素子5の画像をスクリーン上に投影することにより、空間光変調素子5による空間光変調に応じた画像表示を行う。

[0054]

〔実施の形態 (2)〕

次に、スペックルノイズを低減する照明装置の他の実施の形態として、図6に示すように、放射光強度分布に異方性を有する半導体レーザからの光束を同一光学素子によって、スペックルノイズの除去と同一光学素子によって実現するようにした照明装置の構成を示す。

[0055]

半導体レーザ1から放射された光束は、図7に示すように、 $\theta$ 方向(半導体レーザチップをなす積層構造の各面に、垂直する方向)のビーム径が、 $\theta$ 方向(半導体レーザチップをなす積層構造の各面に平行な方向)のビーム径に対して長くなっていく積層形状である。そのため、このままでは、効率よく光束を利用することが困難であり、また、画像表示装置において、所定の領域を均一に照明することが困難である。

[0056]

そこで、この照明装置においては、図6に示すように、垂直に入射してきた断面が楕円形状の光束に対し、断面円形状の光束を射出するような性質を有するビーム整形素子6を透過させる。

[0057]

そして、ビーム整形素子6を透過した光束は、コリメータレンズ2によって平行光束となされて、被照面となす空間光変調素子5を照明する。ビーム整形素子6は、上述の実施の形態と同様に、加膜手段4によって、光軸に直交する面内で運動される。このようにビーム整形素子6が運動されることによって、空間光変調素子5において形成される干涉パターンが人の目に認識される。これにより動き回り、結果的にスペックルノイズが低減される。

[0058]

なお、図6において、B1は、半導体レーザ1から射出された光束のビーム形状を示し、B2は、ビーム整形素子6を透過した後の光束のビーム形状を示し、B3は、コリメータレンズ2を透過した後の光束のビーム形状を示している。

[0059]

さらに、ビーム整形素子6を透過した後のビーム形状が、空間光変調素子5と同一の形状となるようにすることが考えられる。この場合には、楕円形、または、円形の断面形状を有する光束が入射されたとき、この光束の断面形状を矩形として射出させる特性を有するビーム整形素子6を用いる。そして、このようなビーム整形素子6を光軸上に対して垂直方向に運動させることによって、空間光変調素子5において形成される干涉パターンを人の目に認識されにくいように動き回らせることができ、結果的にスペックルノイズを低減させることができる。

[0060]

本発明に係る照明装置においては、この実施の形態に示したような光学系を用いることによって、光利用効率を高く維持しつつ、スペックルノイズを充分に低減させることが可能となる。

[0061]

さらに、効果的にスペックルノイズを低減させる条件としては、図6の一面を拡大して示す図8に示すように、半導体レーザからの光束のビーム整形素子6の入射面内の任意の方向の光束径を $a$ とし、この光束径 $a$ に対応する方向において、ビーム整形素子6からの射出光の配光角を $\theta$ とし、ビーム整形素子6から空間光変調素子5までの距離を $b$ とし、ビーム整形素子6からコリメータレンズ2までの距離を $b_1$ とし、ビーム整形素子6に入射する光束の中で前記光束径 $a$ に対応する方向について光軸から最も離れた箇所を透過した光束がコリメータレンズ2を透過したときの光軸に対する出射角を $\phi_1$ としたとき、下記の条件を満たすように、これら各光学素子設置する。

$$a/2 < b_1 \tan \theta + (b - b_1) \tan \phi_1$$

[0062]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子6上のより大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スペックルノイズを低減させる効果を最大限に発揮することが可能となる。

[0063]

なお、ビーム整形素子6と空間光変調素子5との間に、コリメータレンズの他、コンデンサレンズやリレーンズなど、2枚以上の $n$ 枚のレンズが配置されている場合には、効果的にスペックルノイズを低減させる条件としては、半導体レーザからの光束のビーム整形素子6の入射面内の任意の方向の光束径を $a$ とし、この光束径 $a$ に対応する方向について、ビーム整形素子6からの射出光の配光角を $\theta$ とし、ビーム整形素子6から空間光変調素子5までの距離を $b$ とし、ビーム整形素子6側から数えて $n$ 枚目のレンズとビーム整形素子6との間の光学的距離を $b_n$ とし、ビーム整形素子6に入射する光束の中で前記光束径 $a$ に対応する方向について光軸から最も離れた箇所を透過した光束が $n$ 枚目のレンズを透過したときの光軸に対する出射角を $\phi_n$ としたとき、下記の条件を満たすように、これら各光学素子設置するとい(ただし、 $n$ は2以上の整数である)。

$$a/2 < b_1 \tan \theta + 1 + 2 \sum_{n=2}^n (b_1 - b_{n-1}) \tan \phi_{n-1} + (b - b_n) \tan \phi_n$$

[0064]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子6上のより大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スペックルノイズを低減させる効果を最大限に発揮することが可能となる。

[0065]

50 そして、この実施の形態においても、ビーム整形素子6

の振動周波数は、30Hz以上が望ましい。振動周波数がこの値以下だと、スペックルノイズが空間光変調素子5上で動き回ることが抑制されてしまうため、スペックルノイズの低減効果は小さくなってしまふ。

[0066]

また、ビーム整形素子6の振動振幅は、小さすぎると、スペックルノイズの低減効果が小さくなってしまい、逆に、大き過ぎると、騒音の発生原因や、機械的信頼性の低下を引き起こしてしまう。この点に關しては、本件発明者による実験結果によると、100 $\mu$ m以上400 $\mu$ m以下が望ましい。

[0067]

そして、圧電素子、ボイスコイル、または、超音波モータ等の振動素子を用いてビーム整形素子6を振動させる場合、ビーム整形素子6の共振周波数(固有振動数)を30Hz程度に設定することにより、少ない消費電力で振動させることができる。この場合、比較的比重大きガラス等からなるビーム整形素子3を用いた場合には、上述の共振条件を満たすように振動系を設計した場合に、質量の大きさに応じて振動系のばね定数も大きくしなければ、共振周波数を30Hz程度とすることが達成できず、そのために振動音の増加や、機械的信頼性の低下が引き起こされることがある。

[0068]

したがって、ビーム整形素子6をなす材料としては、比較的比重の小さい材料、例えば、ポリカーボネイト、ポリエステル等の合成樹脂材料を用いることが好ましい。

[0069]

さらに、光源となる半導体レーザとしては、コヒーレンスの低いマルチモード共振のものが良い。しかし、単一波長の光源を必要とする照明装置、例えば、色収差の許容量が極めて小さい光学系を用いる場合などにおいては、この限りではない。

[0070]

また、図6に示した構成では、単一の半導体レーザを用いているが、複数の半導体レーザを並列的に用いたほうが、照明装置全体のスペックルノイズの低減効果が大きくなる。

[0071]

以上のような条件を満たした光学系を利用することによって、スペックルノイズのない、もしくはスペックルノイズの非常に少ない照明装置を実現することができる。

[0072]

なお、図6に示した実施の形態において、垂直な入射光に対して、主射光の空間的な強度分布がガウシアン分布等のように角度依存性を付与する場合、空間光変調素子5に対する均一照明が難しくなる。その場合は、コリメータレンズ2と、空間光変調素子5との間に、フレイアイレンズ等を挿入することにより、スペックルノイズが減少された均一な照明を実現することができる。

[0073]

そして、本発明に係る画像表示装置は、いわゆるフロントプロジェクタとして構成され、結像手段となる図示しない投影レンズによって、空間光変調素子5の光束をスクリーン上に投影することにより、空間光変調素子5による空間光変調に応じた画像表示を行う。

[0074]

〔実施の形態 (3)〕

さらに、半導体レーザ、または、その他のレーザ光源を用いてスペックルノイズを低減する照明光学系を有して構成された本発明に係る照明装置及び本発明に係る画像表示装置について説明する。

[0075]

この照明装置において、光源としては、図9に示すように、赤色(以下、「R」とする。)、緑色(以下、「G」とする。)、青色(以下、「B」とする。))の3色のうちの互いに異なる一色の光を發する3個のレーザ光源1R、1G、1Bを用いている。

[0076]

なお、この図9においては、レーザ光源を各1個ずつとして示しているが、それぞれの色について複数のレーザ光源を用いるようにしてもよい。各色について複数のレーザ光源を並列的に用いたほうが、照明光学系全体のスペックルノイズの低減効果が大きくなる。

[0077]

各レーザ光源1R、1G、1Bから射出されたR、G、Bのコヒーレント光は、それぞれコリメータレンズ7R、7G、7Bによって平行光束となされる。Rの光束は、ミラー(またはR光のみを反射するダイクロックミラー)8Rによって反射され、G光のみを反射するダイクロックミラー8G及びB光のみを反射するダイクロックミラー8Bを透過する。Gの光束は、G光のみを反射するダイクロックミラー8Gによって反射され、B光のみを反射するダイクロックミラー8Bを透過する。Bの光束は、B光のみを反射するダイクロックミラー8Bによって反射される。このようにして、R、G、B各色光は、合成されて、コンデンサレンズ9に入射される。

[0078]

コンデンサレンズ9に入射された光束は、このコンデンサレンズ9によって集光され、リレーンズ10を介して結像光となつてコリメータレンズ11に入射する。このコリメータレンズ11は、入射された光束を平行光束として空間光変調素子5に入射させる。このよう

[0079]

そして、本発明に係る画像表示装置は、いわゆるフロントプロジェクタとして構成され、空間光変調素子5を照明しこの空間光変調素子5によって表示する画像信号に応じて変調された光束を、結像手段となる図示しない投

射レンズによって、スクリーン上に投影し、空間光変調素子5の実像を形成して画像表示を行う。

[0080]

なお、上述の図9においては、透過型の空間光変調素子5を示しているが、この透過型の空間光変調素子5に代えて、反射型の空間光変調素子を用いることもできる。

[0081]

このような構成からなる照明光学系においては、リレーレンズ10の近傍の光束は、他の場所比べて光束径が細く、リレーレンズ10の入射側にビーム整形素子3A、3Bは、リレーレンズ10の入射側にビーム整形素子3A、もしくは、リレーレンズ10の出射側にビーム整形素子3Bが配設されている。すなわち、ビーム整形素子3A、3Bは、コヒーレント光の光束上の任意の点の近傍に配置されており、この点は、この点におけるコヒーレント光の断面積がこのコヒーレント光の光束上の前位面における該コヒーレント光の断面積より小さくなっている点、すなわち、リレーレンズ10の近傍である。

[0082]

このビーム整形素子3A、3Bは、上述の実施形態におけると同様に、加振手段4によって、光軸に直交する平面内において、すなわち、このビーム整形素子3A、3Bの主面部に平行な平面内において、所定の周波数で振動せられる。ビーム整形素子3A、3Bがこのように振動されることにより、スベックルノイズが低減される。

[0083]

そして、このような照明光学系においては、以下のようない利点が存在する。まず、第一の利点は、ビーム整形素子3A、3Bの透過型振動振幅を小さくできることである。すなわち、ビーム整形素子3A、3Bを振動させること、コヒーレント光による干渉パターンがビーム整形素子3A、3Bの配光角に応じて分裂され、これによって、空間光変調素子5におけるスベックルノイズが目立たなくなる。そのため、同一の振動周波数にて振動させた場合には、振動の振幅が大きい方が、スベックルノイズの低減効果は大きい。

[0084]

この実施形態においては、例えば、ビーム整形素子3A、3Bを光軸に直交する方向に100μmの幅で振動させた場合、空間光変調素子5における干渉パターン、すなわち、スベックルノイズの振動の光軸に直交する方向の幅は、100(c/a)μmとなる。なお、ここで、aは、レーザ光源1R、1G、1Bからの光束のビーム整形素子3A、もしくは3Bの入射面内での任意の方向の光束径であり、cは、レーザ光源からの光束の空間光変調素子5の出射面内での任意の方向の光束径である。すなわち、この実施形態において、空間光変調素子5上でのスベックルノイズの振動の光軸に直交する方向の幅は100μmである場合、(c/a)が1

であれば、ビーム整形素子3A、3Bの光軸に直交する方向の振動の幅は、100μmであるが、(c/a)を4とすれば、ビーム整形素子3A、3Bの光軸に直交する方向の振動の幅を25μmとすることができ

る。

[0085] この条件が満たされることにより、ビーム整形素子3A、3Bの共振の振動振幅よりも、より振動振幅が大きくなった場合に、効果的にスベックルノイズの低減を実現することができ、また、逆に、スベックルノイズの低減が充分になされている状態においては、ビーム整形素子3A、3Bの振動振幅を小さくすることが可能であり、駆動音の発生や、機械的長期信頼性の劣化などが生ずる可能性を減少させることができる。

[0086]

さらに、効果的にスベックルノイズを低減させる条件として、図9の一断面を拡大して示す図10に示すように、レーザ光源1R、1G、1Bからの光束のビーム整形素子3Bの入射面内での任意の方向の光束径をaとし、この光束径aに対応する方向のビーム整形素子3Bからの出射光の配光角をθとし、ビーム整形素子3Bから空間光変調素子5までの距離をbとし、ビーム整形素子3Bからコリメータレンズ11までの距離をb<sub>1</sub>とし、ビーム整形素子3Bに入射する光束の中で前記光束径aに対応する方向について光軸から最も離れた箇所を透過した光束がコリメータレンズ11を透過したときの光軸に対する出射角をφ<sub>1</sub>としたとき、下記の条件を満たすように、これら各光学素子配置するとよい。

$$a/2 < b_1 \tan \theta + (b-b_1) \tan \phi_1$$

[0087]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子3B上より大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スベックルノイズを低減させる効果が最大限に発揮することが可能となる。

[0088]

なお、ビーム整形素子3A、3Bと空間光変調素子5との間に、コリメータレンズの他、コンデンサレンズやリレーレンズなど、2枚以上のn枚のレンズが配置されている場合には、効果的にスベックルノイズを低減させる条件としては、レーザ光源からの光束のビーム整形素子3A、3Bの入射面内での任意の方向の光束径をaとし、この光束径aに対応する方向についてのビーム整形素子3A、3Bからの出射光の配光角をθとし、ビーム整形素子3A、3Bから空間光変調素子5までの距離をbとし、ビーム整形素子3A、3B側から数えてn枚目のレンズとビーム整形素子3A、3Bとの間の光学的距離をb<sub>n</sub>とし、ビーム整形素子3A、3Bの入射する光束の空間光変調素子5の出射面内での任意の方向の光束径aに

最も離れた箇所を透過した光束がn枚目のレンズを透過したときの光軸に対する出射角をφ<sub>n</sub>としたとき、下記

の条件を満たすように、これら各光学素子配置するとよい(ただし、nは2以上の整数である)。

$$a/2 < b_1 \tan \theta + 1/2 \sum^n (b_i - b_{i-1})$$

$$\tan \phi_{i-1} + (b - b_n) \tan \phi_n$$

[0089]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子3A、3B上より大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スベックルノイズを低減させる効果を最大限に発揮することが可能となる。

[0090]

そして、この実施形態においても、ビーム整形素子3A、3Bの振動周波数は、30Hz以上が望ましい。振動周波数がこの値以下だと、スベックルノイズが空間光変調素子5上で動き回るのが認識されてしまうため、スベックルノイズの低減効果が小さくなってしま

う。

[0091]

また、空間光変調素子5上でのスベックルノイズの振動の光軸に直交する方向の幅は、小さざると、スベックルノイズの低減効果が小さくなってしまい、逆に、大き過ぎると、騒音の発生原因や、機械的信頼性の低下を引き起こしてしまう。この点に関しては、本発明者による実験結果によると、100μm以上400μm以下が望ましい。

[0092]

そして、圧電素子、ボイスコイル、または、超音波モータ等の駆動素子を用いてビーム整形素子3A、3Bを振動させる場合、ビーム整形素子3A、3Bの共振周波数(固有振動数)を30Hz程度に設定することにより、少ない消費電力で振動させることができる。この場合、比較的に振動の大きいガラス等からなるビーム整形素子3Aを用いた場合には、上述の共振条件を満たすように振動系を設計した場合に、質量の大きさに応じて振動系のばね定数も大きくしなければ、共振周波数を30Hz程度とすることが達成できず、そのために駆動音の増加や、機械的信頼性の低下を引き起こされる可能性が増加する。

[0093]

したがって、ビーム整形素子3A、3Bをなす材料としては、比較的に振動の小さい材料、例えば、ポリカーボネイト、ポリエステル等の合成樹脂材料を用いることが好ましい。

[0094]

さらに、光源としては、コヒーレンスの低いマルチモード発振の半導体レーザがよい。しかし、単一波長の光源を必要とする照明装置、例えば、色収差の許容量が極めて小さい光学系を用いる場合などにおいてはこの限りではない。

[0095]

以上のような条件を満たした光学系を利用することによ

って、スベックルノイズのない、もしくはスベックルノイズの非常に少ない照明装置及び画像表示装置を実現することができる。

[0096]

[発明の効果]

上述のように、本発明に係る照明装置においては、コヒーレント光のビーム整形素子に入射するときのビーム径a、ビーム整形素子から被照明面までの光学的距離b及びビーム整形素子を透過した光束の配光角θの間に上述の所定の条件、

$$\tan \theta > (a/2b)$$

が満たされていることにより、光源の光利用効率を高く維持しつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0097]

また、この照明装置は、さらに、ビーム整形素子と被照射面との間に少なくとも一のレンズが配置されている場合において、コヒーレント光のビーム整形素子に入射するときのビーム径a、ビーム整形素子から被照明面までの光学的距離b、ビーム整形素子を透過した光束の配光角θ、ビーム整形素子に入射するコヒーレント光の中で光軸から最も離れた箇所を透過した光束がビーム整形素子から数えてn枚目のレンズを透過したときの光軸に対する出射角φ<sub>n</sub>及びn枚目のレンズとビーム整形素子との間の光学的距離b<sub>n</sub>の間に上述の所定の条件、

$$(n=1 \text{ のとき }) \quad a/2 < b_1 \tan \theta + (b - b_1) \tan \phi_1$$

$$(n \geq 2 \text{ のとき }) \quad a/2 < b_1 \tan \theta + 1/2 \sum^n (b_i - b_{i-1})$$

$$\tan \phi_{i-1} + (b - b_n) \tan \phi_n$$

が満たされていることにより、ビーム整形素子と被照射面との間にn枚のレンズが配置されている場合であっても、光源の光利用効率を高く維持しつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0098]

さらに、本発明に係る照明装置においては、ビーム整形素子を、コヒーレント光の断面積がこのコヒーレント光の光軸上の前後位置における該コヒーレント光の断面積より小さくなっている点の近傍に配置することにより、ビーム整形素子を小型化し、かつ、このビーム整形素子の断面面積を小さくしつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0099]

そして、本発明に係る画像表示装置においては、上述のような照明装置を備えることにより、光源の光利用効率を高く維持しつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。または、ビーム整形素子を小型化し、かつ、このビーム整形素子の振動振幅を小さくしつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0100]

すなわち、本発明は、照明光としてコヒーレント光を用い、装置構成を大型化することなく、また、光利用効率の低下を招来することなく、スเปックルノイズの発生が抑えられた照明装置を提供し、また、このような照明装置を備えて構成された画像表示装置を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る照明装置の構成を示す側面図である。

【図 2】 上記照明装置におけるビーム整形素子の特性を示すグラフである。

【図 3】 上記照明装置におけるビーム整形素子の出射角の特性の他の例を示すグラフである。

【図 4】 上記照明装置においてビーム整形素子を出射した光束の光路を示す側面図である。

【図 5】 上記照明装置におけるビーム整形素子の振動幅とスเปックルノイズの減少との関係を示すグラフである。

る。

【図 6】 上記照明装置においてビーム整形素子として断面楕円形の光束を断面円形の光束に変換する特性を有するものを使用した構成を示す側面図である。

【図 7】 上記照明装置における光源となる半導体レーザから出射される光束の断面形状を示す側面図である。

【図 8】 上記図 6 に示した照明装置においてビーム整形素子を出射した光束の光路を示す側面図である。

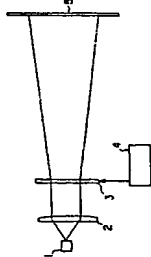
【図 9】 本発明に係る画像表示装置の構成を示す側面図である。

【図 10】 上記画像表示装置においてビーム整形素子を出射した光束の光路を示す側面図である。

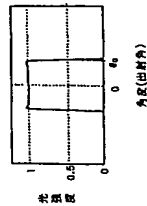
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ、1R、1G、1B レーザ光源、
- 2、7R、7G、7B コリメータレンズ、3、3A、
- 3B、6 ビーム整形素子、4 加振手段、5 空間光変調素子

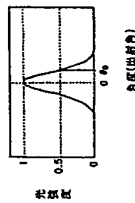
【図 1】



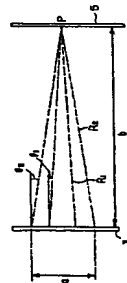
【図 3】



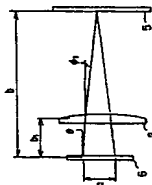
【図 2】



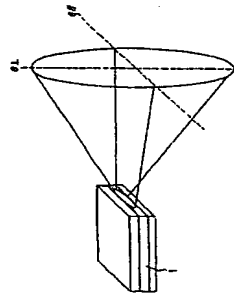
【図 4】



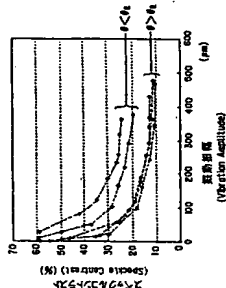
【図 8】



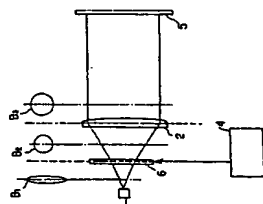
【図 7】



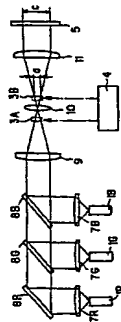
【図 5】



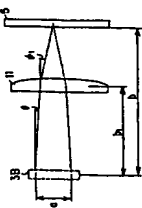
【図 6】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 中尾 勇

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA07 AA16 AB10 BA02 BA11 BA17 BC30 BC38

BC47 BC50 CA17 CA75 CA76

EC058 AA06 BA33 EA51